#### WELTORGANISATION FUR GEISTIGES EIGENTUM



(51) Internationale Patentklassifikation 7:

F02D 41/20, H01F 7/18

(11) Internationale Veröffentlichungsnummer:

WO 00/14395

**A1** (43) Internationales

Veröffentlichungsdatum:

16. März 2000 (16.03.00)

(21) Internationales Aktenzeichen:

PCT/DE99/02699

(22) Internationales Anmeldedatum: 28. August 1999 (28.08.99)

(30) Prioritätsdaten:

198 39 863.8

2. September 1998 (02.09.98) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): ROBERT BOSCH GMBH [DE/DE]; Postfach 30 02 20, D-70442 Stuttgart (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): PHILIPP, Matthias [DE/DE]; Gerokstrasse 58, D-71665 Vaihingen (DE). HERRMANN, Bernd [DE/DE]; Theodor-Heuss-Strasse 39, D-74343 Sachsenheim (DE).

(81) Bestimmungsstaaten: JP, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).

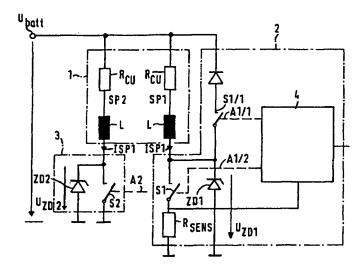
#### Veröffentlicht

Mit Internationalem Recherchenbericht. Vor Ablauf der für Anderungen der Ansprüche zugelassenen Frist; Veröffentlichung wird wiederholt falls Änderungen eintreffen

- (54) Title: ELECTROMAGNETIC INJECTION VALVE
- (54) Bezeichnung: ELEKTROMAGNETISCHES EINSPRITZVENTIL

#### (57) Abstract

The invention relates to an electromagnetic injection valve (1) comprising two counterwound magnet coils (SP1, SP2) which have identical characteristic quantities and which are placed on the same magnetic circuit so that the force effects of the magnet coils (SP1, SP2) are nullified when they are flown through by the same excitation current. By virtue of the double coil (SP1, SP2) having a canceling effect, the actual energizing process of the valve (1), i.e. the opening of the same, is transformed in one of both coils in a deenergizing process. The rapid current decay is now determined by dimensioning the extinction voltage (UzD2). As a result, it is possible to obtain rapid force build-up times without increasing the supply voltage (Ubatt). The valve can be controlled by using a conventional switching output stage or by using a current-controlled switching output stage. It is also possible to shorten the closing process by reversing the differential current (Id) during deenergizing.



#### (57) Zusammenfassung

Ein elektromagnetisches Einspritzventil (1) weist zwei gegenläufig gewickelte Magnetspulen (SP1, SP2) mit gleichen Kenngrößen auf dem selben Magnetkreis auf, so daß sich die Kraftwirkungen der Magnetspulen (SP1, SP2) bei gleichem Erregerstrom aufheben. Durch die Doppelspule (SP1, SP2) mit aufhebender Wirkung wird der eigentliche Einschaltvorgang des Ventils (1), d.h. das Öffnen desselben in einen Abschaltvorgang in einer der beiden Spulen umgewandelt. Der schnelle Stromabfall wird jetzt durch die Dimensionierung der Löschspannung (Uzd) bestimmt. Damit lassen sich schnelle Anstiegszeiten der Kraft ohne Spannungshochsetzung der Versorgungsspannung (Ubatt) realisieren. Die Ansteuerung des Ventils ist mit herkömmlicher Schaltendstufe oder auch mit einer stromgeregelten Schaltendstufe realisierbar. Durch die Umkehrung des Differenzstroms (Id) beim Ausschalten ist es außerdem möglich, den Schließvorgang zu verkürzen.

#### LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AL	Albanien	ES	Spanien	LS	Lesotho	SI	Slowenien
AM	Armenien	FI	Finnland	LT	Litauen	SK	Slowakei
AT	Österreich	FR	Frankreich	LU	Luxemburg	SN	Senegal
ΑU	Australien	GA	Gabun	LV	Lettland	SZ	Swasiland
AZ	Aserbaidschan	GB	Vereinigtes Königreich	MC	Monaco	TD	Tschad
BA	Bosnien-Herzegowina	GE	Georgien	MD	Republik Moldau	TG	Togo
вв	Barbados	GII	Ghana	MG	Madagaskar	TJ	Tadschikistan
BE	Belgien	GN	Guinea	MK	Die ehemalige jugoslawische	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland		Republik Mazedonien	TR	Türkei
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	ML	Mali	TT	Trinidad und Tobago
BJ	Benin	IE	Irland	MN	Mongolei	UA	Ukraine
BR	Brasilien	IL	Israel	MR	Mauretanien	UG	Uganda
BY	Belarus	IS	Island	MW	Malawi	US	Vereinigte Staaten von
CA	Kanada	IT	Italien	MX	Mexiko		Amerika
CF	Zentralafrikanische Republik	JP	Japan	NE	Niger	UZ	Usbekistan
CG	Kongo ^	KE	Kenia	NL	Niederlande	VN	Vietnam
СН	Schweiz	KG	Kirgisistan	NO	Norwegen	YU	Jugoslawien
CI	Côte d'Ivoire	KP	Demokratische Volksrepublik	NZ	Neusceland	zw	Zimbabwe
CM	Kamerun		Korea	PL	Polen		
CN	China	KR	Republik Korea	PΤ	Portugal		
CU	Kuba	KZ	Kasachstan	RO	Rumänien		
CZ	Tschechische Republik	LC	St Lucia	RU	Russische Föderation		
DE	Deutschland	Li	Liechtenstein	SD	Sudan		
DK	Dänemark	LK	Sri Lanka	SE	Schweden		
EE	Estland	LR	Liberia	SG	Singapur		

- 1 -

5

15

20

25

30

#### Elektromagnetisches Einspritzventil

#### 10 Stand der Technik

Die Erfindung betrifft ein elektromagnetisches
Einspritzventil mit Doppelspule, bei dem eine erste und
zweite Magnetspule mit gleichen Kenngrößen auf dem selben
Magnetkreis angeordnet sind, deren eine Enden gemeinsam mit
einer Speisespannung und deren andere Enden einzeln mit
einem ersten und zweiten Schaltmittel einer elektronischen
Ansteuerschaltung verbunden sind, wobei eine von der
Ansteuerschaltung ansteuerbare Halteschaltung parallel zur
ersten Magnetspule geschaltet ist.

Ein derartiges elektromagnetisches Einspritzventil ist aus der DE-OS 2 306 007 bekannt. Bei dem bekannten elektromagnetischen Einspritzventil dienen zwei oder mehr Magnetspulen auf dem selben Magnetkreis und eine funktionell an diese Anordnung angepaßte elektronische Ansteuervorrichtung dazu, das Absperrorgan des Einspritzventils zu öffnen und zu schließen, indem durch eine erste Erregung eine das Absperrorgan aus seinem geschlossenen Zustand öffnende elektromagnetische Anziehungskraft, durch eine zweite Erregung eine das Absperrorgan, nachdem es einmal geöffnet wurde, in seinem geöffneten Zustand haltende elektromagnetische

- 2 -

Anziehungskraft, und schließlich durch eine dritte Erregung ein entgegengesetzter magnetischer Fluß erzeugt wird, um den induzierten magnetischen Fluß zu löschen, damit das Absperrorgan aus seinem geöffneten Zustand geschlossen wird.

Allgemein ist bei einem elektromagnetischen Einspritzventil der Stromanstieg und damit auch der Kraftanstieg im Anker im wesentlichen durch die Induktivität und den Widerstand der Ventilspule und die Versorgungsspannung Ubatt der Spule bestimmt. Die Induktivität ergibt sich durch die Windungszahl der Spule und die Bauform des Magnetkreises. Im Kraftfahrzeug ist die Versorgungsspannung auf 12 Volt begrenzt. Heutige Anforderungen an die Einschaltzeit eines im Kraftfahrzeug eingesetzten elektromagnetischen Einspritzventils führten bei einfacher Ventilspule zu sehr hohen Strömen, die mit bisherigen Schalttransistoren und den vorhandenen Leitungswiderständen nicht realisiert werden können.

20

25

30

5

10

15

Bis heute wird der notwendige schnelle Strom- und Kraftanstieg im Einspritzventil beim Einschalten mit höherer Spannung aus einem Boosterkondensator, der mit einem Gleichspannungs-Gleichspannungs-Umrichter oder durch Recharge aufgeladen wird, erzielt. Der Gleichspannungs-Gleichspannungs-Umrichter ist bei Magnetkreisen mit hohen Wirbelstromverlusten notwendig, da hier ein Recharge mit der Induktivität des Ventils einen zu schlechten Wirkungsgrad hat. Außerdem würde der Recharge mit dem Ventil zu zu langen Ladezeiten des Boosterkondensators führen. Der Rechargestrom führt zu einer Erregung im Magnetkreis, der die Sicherheit gegen Leckage und ungewolltes Öffnen des Ventils verringert.

- 3 -

### Aufgaben und Vorteile der Erfindung

5

10

15

20

25

Somit ist es Aufgabe dieser Erfindung, ein zuverlässig arbeitendes elektromagnetisch betätigtes Einspritzventil mit möglichst kurzen Ein- und Ausschaltzeiten und geringem Schaltungsaufwand zu erreichen.

Die obige Aufgabe wird bei einem gattungsgemäßen elektromagnetischen Einspritzventil dadurch gelöst, daß die beiden Magnetspulen gegenläufig gewickelt sind, so daß sich ihre Kraftwirkungen bei gleichem Erregungsstrom aufheben, und daß die Ansteuerschaltung die Schaltmittel während eines kompletten Öffnungs-Halte-Schließzyklus des Ventiles so ansteuert, daß

- in einer ersten Phase ein anfänglicher Ladevorgang bei geschlossenem Ventil stattfindet, wobei beide Schaltmittel bei inaktiver Halteschaltung geschlossen sind und ein relativ langsamer Anstieg des durch die beiden Magnetspulen fließenden Stroms stattfindet,
- in einer zweiten Phase, die eine Öffnungsphase des Ventils ist, der Strom durch die zweite Magnetspule durch Öffnung des zweiten Schaltmittels schnell abgeschaltet wird, während das erste Schaltmittel geschlossen und die Halteschaltung inaktiv bleibt,
- während einer dritten Phase, einer Haltephase, die
  30 Halteschaltung aktiviert und damit der Strom durch die
  erste Magnetspule auf eine Haltestromstärke abgesenkt
  wird, und

- 4 -

in einer vierten Phase, die eine Schließphase ist, zum Schließen des Ventils wenigstens die Halteschaltung inaktiviert und das erste Schaltmittel geöffnet wird.

Durch die Doppelspule mit aufhebender Wirkung wird der 5 eigentliche Einschaltvorgang des Ventils, d.h. das Öffnen des Ventils in der zweiten Phase in einen Abschaltvorgang in einer der beiden Spulen umgewandelt. Der schnelle Stromabfall wird jetzt durch die Dimensionierung der Löschspannung bestimmt. Schnelle Anstiegszeiten der Kraft 10 sind damit ohne eine Erhöhung der Versorgungsspannung realisierbar. Die Ansteuerung des Einspritzventils ist mit herkömmlicher Schaltendstufe oder durch eine stromgeregelte Schaltendstufe realisierbar. Durch die Umkehrung des Differenzstroms beim Ausschalten ist es außerdem möglich, 15 den Schließvorgang zu verkürzen. Ein wesentlicher Vorteil der Erfindung liegt somit in der Vereinfachung und Verbilligung der Endstufe. Der Boosterkondensator und der Gleichspannungs-Gleichspannungs-Umrichter können im Steuergerät entfallen. Dadurch ist die Endstufe auch 20 einfacher im Steuergerät integrierbar.

Weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung werden in den abhängigen Ansprüchen sowie in der nachfolgenden Beschreibung einer bevorzugten Ausführungsform eines erfindungsgemäßen elektromagnetischen Einspritzventils mit Doppelspule deutlich, wenn diese Beschreibung unter Bezugnahme auf die beiliegende Zeichnung gelesen wird.

#### 30 Zeichnung

25

Figur 1 zeigt schematisch und in Form eines
Blockschaltbilds eine bevorzugte Schaltung eines

- 5 -

elektromagnetischen Einspritzventils mit Doppelspule in Verbindung mit Endstufen der Ansteuerschaltung; und

5 Figur 2A

bis 2E zeigt Signalverläufe von in der Schaltung von Figur 1 auftretenden Signalen in Abhängigkeit von der Zeit, zur Erläuterung der Funktionsweise der in Figur 1 dargestellten Schaltung.

10

15

20

25

30

#### Ausführungsbeispiel

In der in Figur 1 dargestellten Schaltung ist mit 1 ein Ersatzschaltbild eines elektromagnetischen Einspritzventils mit Doppelspule dargestellt. Darin besteht der Magnetkreis des Einspritzventils 1 aus zwei gegenläufig gewickelten Magnetspulen SP1 und SP2. Beide Magnetspulen SP1, SP2 haben die selben Kenngrößen, d.h. Windungszahl, Induktivität L und Wicklungswiderstand R<sub>cu</sub>, und ihre Kraftwirkung hebt sich aufgrund der gegenläufigen Wicklungsrichtung bei gleichem Strom ISP1, ISP2 auf. Beide Magnetspulen SP1 und SP2 sind mit ihrem einen Ende gemeinsam an eine Versorgungsspannung z.B. im Kraftfahrzeug Ubatt = 12 Volt gelegt. Ein erstes Schaltmittel S1, das symbolisch als einfacher steuerbarer Schalter dargestellt ist, liegt in Reihe zur ersten Magnetspule SP1, ist einer stromgeregelten Schaltendstufe 2 zugeordnet und wird von einem Ansteuersignal A1/2 derselben geöffnet und geschlossen. Im Stromkreis der ersten Magnetspule SP1 liegt ferner ein Strommessglied, das in Figur 1 ein in Reihe zum ersten Schaltmittel S1 liegender Widerstand R<sub>sens</sub> ist, wobei die an diesem Widerstand  $R_{\text{sens}}$  abfallende Spannung proportinal zu dem durch ihn fließenden Strom ISP1 des Stromkreises der

- 6 -

ersten Magnetspule SP1 ist.

5

10

15

20

25

30

Parallel zum ersten Schaltmittel S1 und zum Strommessglied R<sub>sens</sub> ist ein erstes Löschmittel, z.B. in Form einer Zenerdiode ZD1 mit der Zenerspannung U<sub>zD1</sub>, geschaltet. Alternativ kann eine RC-Löschung vorgesehen sein. Das erste Löschmittel ZD1 dient zum schnellen Abschalten des Stroms ISP1 durch die erste Magnetspule SP1, wie nachstehend noch näher erläutert wird. Ferner liegt eine aus einem durch ein Ansteuersignal 1/1 von der stromgeregelten Schaltendstufe 2 öffen- und schließbares Schaltmittel S/1 und einer Diode gebildete Halteschaltung parallel zur ersten Magnetspule SP1, die zum Halten des geöffneten Zustands des Einspritzventils bei geöffnetem ersten Schaltmittel S1 dient, wie nachstehend näher erläutert wird.

Außerdem liegt in Reihe zur zweiten Magnetspule SP2 ein zweites durch ein Ansteuersignal A2 öffen- und schließbares Schaltmittel S2, dem ein zweites Löschmittel in Form einer Zenerdiode ZD2 parallel geschaltet ist. Das zweite Schaltmittel S2 wird von einer ungeregelten einfachen Schaltendstufe 3 betätigt. Die parallel zum zweiten Schaltmittel S2 liegende, als zweites Löschmittel dienende, Zenerdiode ZD2 dient zum schnellen Abschalten des Stroms ISP2 durch die zweite Magnetspule SP2, wie nachstehend erläutert wird.

Alternativ zu der in Figur 1 gezeigten bevorzugten Schaltungsausführung ist es auch möglich in anderen Ausführungen mit zwei einfachen Schaltendstufen ohne Stromregelung das Doppelspuleneinspritzventil 1 zu betreiben. Die nachstehend beschriebene Stromabsenkung der Haltephase ist dann allerdings nicht möglich.

- 7 -

Nachstehend werden Funktion und Wirkungsweise der beschriebenen und in Figur 1 dargestellten erfindungsgemäßen Schaltung des elektromagnetischen Doppelspuleneinspritzventils anhand des in Figur 2 dargestellten Signal-Zeitdiagramms beschrieben. In Figur 2A-2E sind die zeitlichen Abläufe jeweils des Ansteuersignals A2 für das zweite Schaltmittel (Figur 2A), des Ansteuersignals A1/2 für das erste Schaltmittel S1 (Figur 2ß), des Ansteuersignals Al/1 für die Halteschaltung (Figur 2C), des Differenzstroms Id = ISP1 - ISP2 der Ströme durch die erste und zweite Magnetspule SP1 und SP2 (Figur 2D) sowie der Einzelströme ISP1, ISP2 durch die erste und zweite Magnetspule SP1 und SP2 über einen gesamten in vier Phasen, Phase 1, Phase 2, Phase 3, Phase 4 unterteilten Öffnungs-Halte-Schließzyklus von einem Zeitpunkt t0 bis zu einem Zeitpunkt t6 dargestellt. Die nachstehende Beschreibung erfolgt in der Reihenfolge der Phase 1 bis zur Phase 4.

Ladevorgang, Phase 1; t0-t1:

5

10

15

20

25

30

Bei to werden oder sind beide Schaltmittel S1, S2 eingeschaltet; A2 und A1/2 sind EIN (Figur 2A und B). Der Anstieg der Ströme ISP1, ISP2 erfolgt relativ langsam (Figur 2E). Der maximale Strom I<sub>0</sub>-EIN = Ubatt/R<sub>cu</sub> ist bei Ubatt = 12 Volt kleiner als I<sub>0</sub>-AUS beim Abschalten in Phase 2. Beide Spulen SP1, SP2, d.h. beide Schaltmittel S1, S2 müssen daher relativ früh vor dem eigentlichen Öffnen des Ventils 1 eingeschaltet werden. Der Strom in dieser Phase kann durch geeignete Wahl der Schließzeit vor Phase 2 (Öffnungszeit t1) gesteuert werden. Eine alternative Möglichkeit stellt die Stromregelung in beiden Spulen SP1,

- 8 -

SP2 dar. Die Steigung des Stromanstiegs zum Zeitpunkt to gibt die Zeitkonstante Tau =  $L/R_{cu}$  an. Aufgrund der gleichen Kenngrößen und der gegensinnigen Wicklung der beiden Magnetspulen SP1, SP2 ist der Differenzstrom Id = ISP1 - ISP2 = 0 (Figur 2D).

Öffnen des Ventils, Phase 2; t1-t3:

5

10

15

20

25

30

Zu Beginn zum Zeitpunkt t1 wird der Strom Isp2 durch Öffnen von S2 durch A2 = AUS mit der einfachen Schaltendstufe 3 schnell mit Löschung durch die zweite Zenerdiode ZD2 abgeschaltet (Figur 2A). Der Stromgradient beim Abschalten zum Zeitpunkt t1 wird durch  $I_0$ -AUS =  $U_{\text{ZD2}}$ /Rcu und Tau = L/Rcu bestimmt. Bei entsprechend hoher Löschspannung  $U_{\text{ZD2}}$  der Zenerdiode ZD2 ist dieser Stromgradient wesentlich höher als beim Einschalten. Der Strom ISP1 durch die Magnetspule SP1 bleibt auf Anzugsstromniveau  $I_0$ -EIN eingeschaltet. Dies kann alternativ auch durch eine Stromregelung durchgeführt werden (vgl. Figur 2E). Der Kraftanstieg im Ventil ist proportional dem Quadrat des Differenzstrom Id = ISP1 - ISP2 und daher sehr schnell (kurze Einschaltzeit).

Haltephase 3 bei geöffnetem Ventil: t3-t5:

Der Differenzstrom Id (Figur 2D) wird in der Haltephase mit der stromgeregelten Schaltendstufe 2, die den Stromregler 4 enthält, an der Magnetspule SP1 auf das Haltestromniveau abgesenkt und durch die Stromregelung zwischen Id-Hmax und Id-Hmin geregelt. Das Abschalten von S1 mit dem Ansteuersignal A1/2 erfolgt mit Stromlöschung durch die erste Zenerdiode ZD1. Auch hier gilt, daß eine entsprechend hohe Zenerspannung UzD1 das Löschen und damit den

- 9 -

Abschaltvorgang des Stroms ISP1 beschleunigt. Zum Halten des Haltestromniveaus wird die Halteschaltung, d.h. das Schaltmittel S1/1 durch das Ansteuersignal A1/1 geschlossen (Figur 2C) und S1 intermittierend geöffnet und geschlossen (Figur 2ß). Der Haltestrom ISP1-H wird in Phase 3 zwischen ISP1-Hmax und ISP1-Hmin geregelt.

Schließen des Ventil; Phase 4, t5-t6:

5

20

25

30

Zum Schließen des Ventils wird entweder nur der Strom ISP1 durch die Magnetspule SP1 abgeschaltet oder, was in Figur 2 nicht dargestellt ist, zur Unterstützung des Schließvorgangs mit noch kürzeren Ausschaltzeiten der Strom ISP1 durch die Spule SP1 bei gleichzeitigem kurzen Einschalten des Stroms ISP2 durch die Magnetspule 2 abgeschaltet. Der Differenzstrom Id und damit die Kraftwirkung werden dadurch umgekehrt.

Figur 2 zeigt außerdem in den Phasen 2, 3 und 4 die mit den erfindungsgemäßen Maßnahmen erreichbaren hohen negativen Stromgradienten, die durch die eingetragenen Zeitkonstanten Tau symbolisiert sind.

Durch die erfindungsgemäß vorgesehene Doppelmagnetspule mit aufhebender Wirkung wird der eigentliche Einschaltvorgang des elektromagnetischen Einspritzventils, d.h. sein Öffnen in der Phase 2 in einen Abschaltvorgang in einer der beiden Magnetspulen umgewandelt. Der schnelle Stromabfall wird durch die Dimensionierung der Löschspannung bestimmt. Schnelle Anstiegszeiten der Kraft sind damit ohne die Versorgungsspannung hochsetzende Maßnahmen realisierbar. Die Ansteuerung des elektromagnetischen Einspritzventils ist mit herkömmlicher Schaltendstufe bzw., wie im o.b.

- 10 -

bevorzugten Ausführungsbeispiel, mit stromgeregelter Schaltendstufe realisierbar. Durch Umkehrung des Differenzstroms Id beim Ausschalten in Phase 4 ist es außerdem möglich den Schließvorgang zu verkürzen.

5

10

Ein wesentlicher Vorteil der Erfindung liegt somit in der Vereinfachung der Endstufe. Der Boosterkondensator und der Gleichspannungs-Gleichspannungsumrichter im Steuergerät entfallen. Dadurch läßt sich die Endstufe einfacher im Steuergerät integrieren.

- 11 -

5

#### <u>Ansprüche</u>

1. Elektromagnetisches Einspritzventil (1) mit Doppelspule, bei dem eine erste und zweite Magnetspule 10 (SP1, SP2) mit gleichen Kenngrößen auf demselben Magnetkreis angeordnet sind, deren eine Enden gemeinsam mit einer Speisespannung (Ubatt) und deren andere Enden einzeln mit einem ersten und zweiten Schaltmittel (S1, S2) einer elektronischen 15 Ansteuerschaltung (2, 3) verbunden sind, wobei eine von der Ansteuerschaltung ansteuerbare Halteschaltung (S1/1) parallel zur ersten Magnetspule (SP1) geschaltet ist, dadurch gekennzeichnet, daß die beiden Magnetspulen (SP1, SP2) gegenläufig gewickelt sind, so 20 daß sich ihre Kraftwirkungen bei gleichem Erregungsstrom aufheben, und daß die Ansteuerschaltung die Schaltmittel (S1, S2) während eines kompletten Öffnungs-Halte-Schließzyklus (t0-t6) des Ventiles (1) so ansteuert, daß

25

30

- in einer ersten Phase (t0-t1) ein anfänglicher Ladevorgang bei geschlossenem Ventil stattfindet, wobei beide Schaltmittel (S1, S2) bei inaktiver Halteschaltung (S1/1) geschlossen sind, und ein relativ langsamer Anstieg des durch die beiden Magnetspulen fließenden Stroms (ISP1, ISP2) stattfindet,

- 12 -

- in einer zweiten Phase (t1-t3), die eine Öffnungsphase des Ventils ist, der Strom (ISP2) durch die zweite Magnetspule (SP2) durch Öffnung des zweiten Schaltmittels (S2) schnell abgeschaltet wird, während das erste Schaltmittel (S1) geschlossen und die Halteschaltung (S1/1) inaktiv bleibt,
- während einer dritten Phase, einer Haltephase

  (t3-t5), die Halteschaltung (S1/1) aktiviert und damit der Strom (ISP1) durch die erste

  Magnetspule (SP1) auf eine Haltestromstärke

  (ISP1-H) abgesenkt wird, und

5

20

- in einer vierten Phase (t5-t6), die eine Schließphase ist, zum Schließen des Ventils wenigstens die Halteschaltung (S1/1) inaktiviert und das erste Schaltmittel (S1) geöffnet wird.
  - 2. Einspritzventil nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Ansteuerschaltung die durch die beiden Spulen (SP1, SP2) in der ersten Phase (t0t1) fließenden Ströme durch die Bestimmung der Schließzeit der beiden Schaltmittel (S1, S2) einstellt.
- 3. Einspritzventil nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Ansteuerschaltung (2, 3) die durch die Magnetspulen (SP1, SP2) fließende Stromstärke in der ersten Phase (t0-t1) durch Regelung des durch beide Magnetspulen fließenden Stroms einstellt.

- 13 -

- 4. Einspritzventil nach einem der Ansprüche 1-3, dadurch gekennzeichnet, daß dem ersten Schaltmittel (S1) erste Löschmittel (ZD1) parallel geschaltet sind, die den Stromgradienten beim Abschalten des Stroms durch das erste Schaltmittel (S1) erhöhen.
- 5. Einspritzventil nach einem der Ansprüche 1-4, dadurch gekennzeichnet, daß dem zweiten Schaltmittel (S2)

  zweite Löschmittel (ZD2) parallel geschaltet sind, die den Stromgradienten beim Abschalten des Stroms durch das zweite Schaltmittel (S2) erhöhen und damit die Ventilöffnung zu Beginn der zweiten Phase (t1-t3) beschleunigen.

6. Einspritzventil nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Löschmittel jeweils eine Zenerdiode (ZD) aufweisen.

5

- 7. Einspritzventil nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß im Stromkreis der ersten Magnetspule (SP1) ein Strommeßglied (R<sub>sens</sub>) vorgesehen ist, und die Ansteuerschaltung (2, 3) einen Stromregler (4) aufweist, der mit dem Strommeßglied (R<sub>sens</sub>) verbunden ist, wenigstens zur Regelung des im Stromkreis der ersten Magnetspule (SP1) fließenden Stroms (ISP1).
- 8. Einspritzventil nach Anspruch 7, dadurch
  30 gekennzeichnet, daß das Strommeßglied (R<sub>sens</sub>) ein in
  Reihe zum ersten Schaltmittel (S1) geschalteter
  Widerstand ist.

- 14 -

- 9. Einspritzventil nach Anspruch 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, daß der Stromregler (4) der Ansteuerschaltung (2, 3) den durch den Magnetkreis der ersten Magnetspule (SP1) fließenden Strom (ISP1) in der zweiten Phase (t1-t3) regelt.
- 10. Einspritzventil nach einem der Ansprüche 7-9, dadurch gekennzeichnet, daß der Stromregler (4) der Ansteuerschaltung (2, 3) den durch den Magnetkreis der ersten Magnetspule (SP1) fließenden Strom während der Haltephase (t3-t5) durch intermittierendes Aktivieren Deaktivieren der Halteschaltung (S1/1) bei geschlossenem ersten Schaltmittel (S1) zwischen einem minimalen und maximalen Haltestrom (ISP1-H-min., ISP1-H-max.) regelt.

5

20

11. Einspritzventil nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Ansteuerschaltung (2, 3) zu Beginn der vierten Phase (t5-t6) das zweite Schaltmittel (S2) beim Öffnen des ersten Schaltmittels (S1) kurzzeitig schließt.

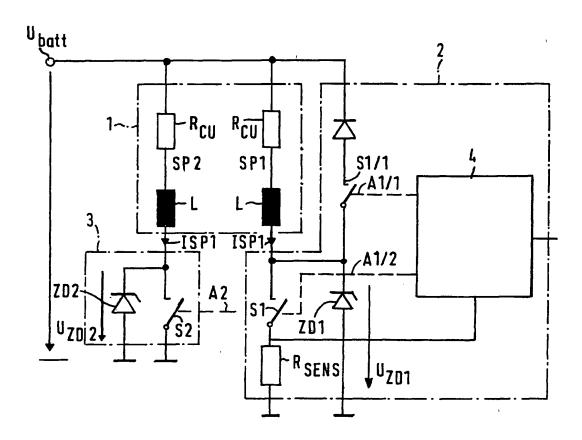


Fig. 1

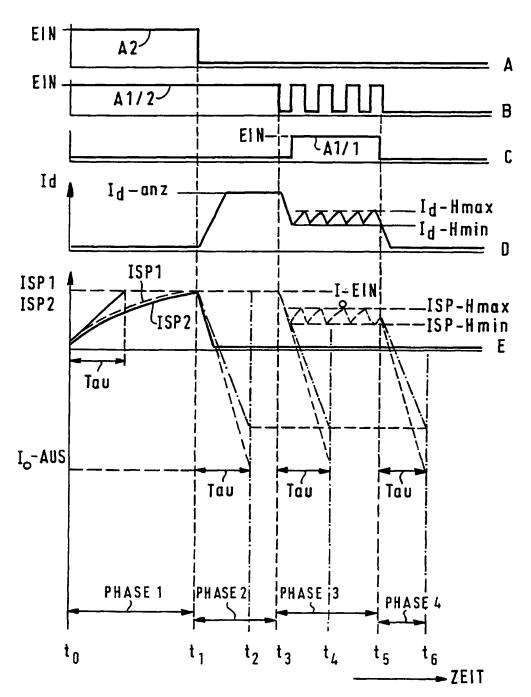


Fig. 2

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Inter mai Application No PCT/DE 99/02699

A. CLASS IPC 7	F02D41/20 H01F7/18		
According t	to International Patent Classification (IPC) or to both national classifi	ication and IPC	
	SEARCHED		
IPC 7			
	ation searched other than minimum documentation to the extent that		
Electronic	data base consulted during the international search (name of data b	ase and, where practical, search terms used	0
C. DOCUM	ENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the re	elevant passages	Relevant to claim No
А	US 4 688 138 A (NAGATA OSAMU ET 18 August 1987 (1987-08-18) column 1, line 15 -column 2, lin column 3, line 11 - line 44; fig	ne 57	1
P,A	DE 198 03 567 A (MANNESMANN REXR 5 August 1999 (1999-08-05) column 1, line 60 -column 3, lin	·	1
А	US 5 291 170 A (WAHBA BRENT J E 1 March 1994 (1994-03-01) claim 1	T AL)	1
Α	US 5 574 617 A (SHIMANUKI HIROSH 12 November 1996 (1996-11-12) the whole document	I ET AL)	1,7,8,10
	<del></del>	-/	
		-/	
X Furth		Patent family members are listed	in annex
	tegories of cited documents :	"T" later document published after the inter	mational filing date
considered	ent defining the general state of the art which is not ered to be of particular relevance document but published on or after the international	or priority date and not in conflict with cited to understand the principle or the invention	the application but eory underlying the
filing da	ate  nt which may throw doubts on priority claim(s) or	"X" document of particular relevance; the cl cannot be considered novel or cannot involve an inventive step when the doc	be considered to
citation	is cled to establish the publication date of another n or other special reason (as specified)	"Y" document of particular relevance; the cl cannot be considered to involve an inv	laimed invention
other n		document is combined with one or mo- ments, such combination being obviou	re other such docu-
"P" docume later th	nt published prior to the international filing date but an the priority date claimed	in the art 5' document member of the same patent f	•
Date of the a	actual completion of the international search	Date of mailing of the International sea	
2:	1 January 2000	31/01/2000	
Name and m	nailing address of the ISA European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2	Authorized officer	
	NL – 2280 HV Rijswijk Tel (+31-70) 340–2040, Tx 31 651 epo nl,	Marra Lad D	
	Fax: (+31-70) 340-3016	Moualed, R	

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Inter anal Application No
PCT/DE 99/02699

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT						
Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages		Relevant to claim No			
`	US 3 942 485 A (INUI TOMOJI ET AL) 9 March 1976 (1976-03-09)					
	US 5 363 270 A (WAHBA BRENT J) 8 November 1994 (1994-11-08)					
		-				
			,			

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

information on patent family members

Intel onal Application No PCT/DE 99/02699

Patent document cited in search repor	t _	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 4688138	A	18-08-1987	JP 1417366 C JP 61140113 A JP 62027523 B AT 51682 T EP 0184940 A	22-12-1987 27-06-1986 15-06-1987 15-04-1990 18-06-1986
DE 19803567	Α	05-08-1999	WO 9939106 A	05-08-1999
US 5291170	Α	01-03-1994	NONE	
US 5574617	Α	12-11-1996	JP 7189787 A	28-07-1995
US 3942485	A	09-03-1976	GB 1465283 A DE 2150099 A	23-02-1977 25-05-1977
US 5363270	Α	08-11-1994	NONE	

### INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

€.

Inter males Ak.enzeichen PCT/DE 99/02699

A. KLASS IPK 7	F02D41/20 H01F7/18		
Nach der I	nternationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Kla	assifikation und der IPK	
	ERCHIERTE GEBIETE		
Recherchie IPK 7	erter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymt F02D H01F H01H	oole )	
Recherchie	erte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, s	oweit diese unter die recherchlerten Geblet	e fallen
Während d	er internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (	Name der Datenbank und evtl verwendete	Suchbegriffe)
C. ALS W	ESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angal	be der in Betracht kommenden Teile	Betr Anspruch Nr
<del></del>			
Α	US 4 688 138 A (NAGATA OSAMU ET 18. August 1987 (1987-08-18) Spalte 1, Zeile 15 -Spalte 2, Ze Spalte 3, Zeile 11 - Zeile 44; A	11e 57	1
P,A	DE 198 03 567 A (MANNESMANN REXR 5. August 1999 (1999-08-05) Spalte 1, Zeile 60 -Spalte 3, Ze		1
Α	US 5 291 170 A (WAHBA BRENT J E 1. März 1994 (1994–03–01) Anspruch 1	T AL)	1
Α	US 5 574 617 A (SHIMANUKI HIROSH 12. November 1996 (1996-11-12) das ganze Dokument	I ET AL)	1,7,8,10
		-/ <b></b>	
χ Weit	tere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu nehmen	Siehe Anhang Patentfamilie	<del></del>
"A" Veröffe aber r "E" älteres Anme "L" Veröffe	e Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen : entlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen idedatum veröffentlicht worden ist entlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft er-	"T" Spätere Veröffentlichung, die nach den oder dem Prioritätsdatum veröffentlich Anmeldung nicht kollidiert, sondern nu Erfindung zugrundellegenden Prinzips Theorie angegeben ist "X" Veröffentlichung von besonderer Beder kann allein aufgrund dieser Veröffentlich	t worden ist und mit der r zum Verständnis des der oder der ihr zugrundeliegenden utung; die beanspruchte Erlindung chung nicht als neu oder auf
ander soll oc ausge "O" Veröffe	nen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdaturn einer en im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden der die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie stührt) entlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, Jenutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht	werden, wenn die Veröffentlichung mit Veröffentlichungen dieser Kategorie in	utung; die beanspruchte Erfindung (eit beruhend betrachtet I einer oder mehreren anderen I Verbindung gebracht wird und
"P" Veröffe	penutzung, eine Aussielung oder andere walsnammen bezieht sintlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach peanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist	diese Verbindung für einen Fachmann "&" Veröffentlichung, die Mitglied derseiber	naheliegend ist
Datum des	Abschlusses der Internationalen Recherche	Absendedatum des Internationalen Re	cherchenberichts
2	1. Januar 2000	31/01/2000	
Name und I	Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P B 5818 Patentiaan 2 NL – 2280 HV Rijswijk	Bevollmächtigter Bediensteter	
	Tel (+31-70) 340-2040, Tx 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016	Moualed, R	

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Inter. nales Aktenzeichen
PCT/DE 99/02699

gorie*	ung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN  Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht komme	nden Teile Betr Anspruch Nr
-gone	Bezeichnung der Verollentrichung, soweit erlotteritett mittel Angabe der in Berlacht komme	Den Anspidental
	US 3 942 485 A (INUI TOMOJI ET AL) 9. März 1976 (1976-03-09)	
	US 5 363 270 A (WAHBA BRENT J) 8. November 1994 (1994-11-08)	
	<del></del>	
l		
ļ		
l		

### INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Interr nales Aktenzeichen PCT/DE 99/02699

Im Recherchenberich angeführtes Patentdoku		Daturn der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 4688138	A	18-08-1987	JP 1417366 C JP 61140113 A JP 62027523 B AT 51682 T EP 0184940 A	22-12-1987 27-06-1986 15-06-1987 15-04-1990 18-06-1986
DE 19803567	A	05-08-1999	WO 9939106 A	05-08-1999
US 5291170	Α	01-03-1994	KEINE	
US 5574617	Α	12-11-1996	JP 7189787 A	28-07-1995
US 3942485	Α	09-03-1976	GB 1465283 A DE 2150099 A	23-02-1977 25-05-1977
US 5363270	Α	08-11-1994	KEINE	

Formblatt PCT/ISA/210 (Anhang Patentfamilie)(Juli 1992)